

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

Rec'd PCT/PTG



PCT/EP2003/003283

08 OCT 2004

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 200200676WO	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/EP2003/003283	International filing date (day/month/year) 28 March 2003 (28.03.2003)	Priority date (day/month/year) 10 April 2002 (10.04.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C23C 16/04		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>7</u> sheets, including this cover sheet. <input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of <u>12</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items: I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input checked="" type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 07 August 2003 (07.08.2003)	Date of completion of this report 18 March 2004 (18.03.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International Application No.

PCT/EP 2003/003283

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages 1-8 _____, filed with the letter of 05 August 2003 (05.08.2003)
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages 1-12 _____, filed with the letter of 05 August 2003 (05.08.2003)
- ☒ the drawings:
pages 1/4-4/4 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.
These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International Application No.

PCT/EP 2003/003283

IV. Lack of unity of invention

1. In response to the invitation to restrict or pay additional fees the applicant has:

- ☐ restricted the claims.
- ☐ paid additional fees.
- ☐ paid additional fees under protest.
- ☐ neither restricted nor paid additional fees.

2. ☒ This Authority found that the requirement of unity of invention is not complied with and chose, according to Rule 68.1, not to invite the applicant to restrict or pay additional fees.

3. This Authority considers that the requirement of unity of invention in accordance with Rules 13.1, 13.2 and 13.3 is

- ☐ complied with.
- ☒ not complied with for the following reasons:

See supplemental sheet

4. Consequently, the following parts of the international application were the subject of international preliminary examination in establishing this report:

- ☐ all parts.
- ☐ the parts relating to claims Nos. _____

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV.3

The different inventions are:

1. Claim 1 and claims dependent thereon:
Component with a partial masking layer, the masking and coating forming a water-soluble layer.
2. Claim 2 and claims dependent thereon:
Component with a partial masking layer, the masking and coating forming a ceramic layer.
3. Claim 3 and claims dependent thereon:
Component with a partial masking layer, consisting of a function layer, a gradient layer and a reactive layer.

For the following reasons, these claims are not so linked as to form a single general inventive concept (PCT Rule 13.1):

The subject matter common to the three independent claims consists in the provision of a component with a partial masking layer, wherein the masking and the coating react to form a layer which can be easily removed again. This subject matter is already known (see the reasons for the objection to novelty concerning independent claim 2). The application thus fails to meet the requirement of unity of invention (PCT Rule 13.1), since there is no technical relationship among the subjects of the groups of dependent claims 1, 2, and 3 involving one or more of the same or corresponding special technical features (PCT Rule 13.2) which differ from the prior art.

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1	YES
	Claims	2, 3	NO
Inventive step (IS)	Claims	1	YES
	Claims	2, 3	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Reference is made to the following documents:

D1: US-A-4 845 139 (BALDI ALFONSO L) 4 July 1989

D2: US-A-4 128 522 (ELAM RICHARD C) 5 December 1978

D3: US-A-5 867 762 (RAFFERTY KEVIN ET AL) 2 February 1999

Prior art:

D1 (cf. example 1, column 2, line 60 - column 4, line 10, in particular column 4, lines 1-10), D2 (cf. column 2, line 45 - column 3, line 37, and column 4, lines 62-68) or D3 (cf. example 2, column 5) already describe a component with a partial masking layer in which the masking and the coating react to form a ceramic layer or the first stage thereof, which can be easily removed again. D3 (cf. column 3, line 55 - column 4, line 55 and example 2) also describes a three-ply masking layer consisting of the function layer, gradient layer and reactive layer.

Novelty:

The subject matter of claim 1 differs from the prior art in that the reacted masking layer is water-soluble.

Claim 2 is not novel over D1, D2 or D3 (see the above-cited passages).

Claim 3 is not novel over D3 (see the above-cited passage). Attention is drawn to the fact that the definitions "function layer", "gradient layer" and "reactive layer" are so vague that it can be assumed that any layer which carries out a function is a "function layer" and that any layer which can enter into a reaction is a "reactive layer".

Inventive step:

Claim 1 is inventive because the problem of removing the masking layer is solved in a manner which is not known from the prior art.

Claim 2 is not inventive because the solution of removing the brittle ceramic masking layer after coating is already known.

Claim 3 is not inventive because it is not apparent what advantage the layer as defined is intended to have, for example, over the three-ply layer known from D3.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Rec'd PCT/PTO 08 OCT 2004 PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT (Artikel 36 und Regel 70 PCT)



REC'D 19 MAR 2004
WIPO PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 200200676WO	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/03283	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 28.03.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 10.04.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C23C16/04		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ET AL.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
Diese Anlagen umfassen insgesamt 12 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Bescheids
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☒ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 07.08.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 18.03.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Goldbacher, U Tel. +49 89 2399-7327 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17):*

Beschreibung, Seiten

1-8 eingegangen am 07.08.2003 mit Schreiben vom 05.08.2003

Ansprüche, Nr.

1-12 eingegangen am 07.08.2003 mit Schreiben vom 05.08.2003

Zeichnungen, Blätter

1/4-4/4 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/03283

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
☐ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

2. ☒ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.

3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3

- ☐ erfüllt ist.
☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:

siehe Beiblatt

4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:

- ☒ alle Teile.
☐ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. beziehen.

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Feststellung | |
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche 1
Nein: Ansprüche 2, 3 |
| Erfinderische Tätigkeit (IS) | Ja: Ansprüche 1
Nein: Ansprüche 2, 3 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-12
Nein: Ansprüche: |

2. Unterlagen und Erklärungen:

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/03283

siehe Beiblatt

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: US-A-4 845 139 (BALDI ALFONSO L) 4. Juli 1989
D2: US-A-4 128 522 (ELAM RICHARD C) 5. Dezember 1978
D3: US-A-5 867 762 (RAFFERTY KEVIN ET AL) 2. Februar 1999

Zu Punkt IV

Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

Die verschiedenen Erfindungen sind:

1. Anspruch 1 und die davon abhängigen Ansprüche:
Bauteil mit teilweiser Maskierungsschicht bei dem Maskierung und Beschichtung eine wasserlösliche Schicht bilden
2. Anspruch 2 und die davon abhängigen Ansprüche:
Bauteil mit teilweiser Maskierungsschicht bei dem Maskierung und Beschichtung eine keramische Schicht bilden
3. Anspruch 3 und die davon abhängigen Ansprüche:
Bauteil mit teilweiser Maskierungsschicht bestehend aus Funktionsschicht, Gradientenschicht und Reaktivschicht

Aus den folgenden Gründen hängen diese Erfindungen nicht so zusammen, daß sie eine einzige allgemeine erfinderische Idee verwirklichen (Regel 13.1 PCT):

Der Gegenstand, der den drei unabhängigen Ansprüchen gemeinsam ist besteht darin, einen Bauteil mit teilweiser Maskierungsschicht bereitzustellen, bei dem Maskierung und Beschichtung zu einer Schicht reagieren, die sich leicht wieder entfernen läßt. Dieser Gegenstand ist bereits bekannt (siehe die Gründe für den Neuheitseinwand gegen den unabhängigen Anspruch 2). Die erforderliche Einheitlichkeit der Erfindung (Regel 13.1 PCT) ist damit insofern nicht mehr gegeben, als zwischen den Gegenständen der Gruppen abhängiger Ansprüche 1, 2 und 3 kein technischer Zusammenhang im Sinne der Regel 13.2 PCT besteht, der in einem oder mehreren gleichen oder entsprechenden besonderen technischen Merkmalen, die einen Unterschied zum Stand der Technik darstellen würden, zum Ausdruck kommt.

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

Stand der Technik:

D1 (vgl. Example 1, Sp. 2, Z. 60 - Sp. 4, Z. 10, insbesondere Sp. 4, Z. 1-10), D2 (vgl. Sp. 2, Z. 45 - Sp. 3, Z. 37 und Sp. 4, Z. 62-68) oder D3 (vgl. Example 2, Sp. 5) beschreiben bereits einen Bauteil mit teilweiser Maskierungsschicht bei dem Maskierung und Beschichtung zu einer keramischen Schicht oder deren Vorstufe reagieren, die sich leicht wieder entfernen läßt. D3 (vgl. Sp. 3, Z. 55 - Sp. 4, Z. 55 und Beispiel 2) beschreibt auch eine dreilagige Maskierungsschicht bestehend aus Funktionsschicht - Gradientenschicht - Reaktivschicht.

Neuheit:

Der Gegenstand der Anspruchs 1 unterscheidet sich vom Stand der Technik dadurch, daß die reagierte Maskierungsschicht wasserlöslich ist.

Anspruch 2 ist nicht neu in Bezug auf D1, D2 oder D3 (siehe die oben zitierten Stellen).

Anspruch 3 ist nicht neu in Bezug auf D3 (siehe die oben zitierte Stelle). Dabei wird darauf hingewiesen, daß die Definitionen "Funktionsschicht", "Gradientenschicht", und "Reaktivschicht" so vage sind, daß angenommen werden kann, daß jede Schicht, die eine Funktion erfüllt, eine "Funktionsschicht" ist und jede Schicht, die eine Reaktion eingehen kann, eine "Reaktivschicht".

Erfinderische Tätigkeit:

Anspruch 1 ist erfinderisch, weil das Problem der Entfernung der Maskierungsschicht auf eine Weise gelöst wird, die aus dem Stand der Technik noch nicht bekannt ist.

Anspruch 2 ist nicht erfinderisch, weil die Lösung, die spröde, keramische Maskierungsschicht nach dem Beschichten abzuschlagen, schon bekannt ist.

Anspruch 3 ist nicht erfinderisch, weil nicht ersichtlich ist, welchen Vorteil die definitionsgemäße Schicht z.B. im Vergleich zu der aus D3 bekannten dreilagigen Schicht haben sollte.

1

Bauteil mit einer Maskierungsschicht

Die Erfindung betrifft ein Bauteil nach dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 und 3.

5

Bauteile wie z.B. Turbinenschaufeln, insbesondere für Gasturbinen, werden insbesondere im Schaufelblattbereich beschichtet, weil diese hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind.

10

Im Sockel- bzw. im Befestigungsbereich der Turbinenschaufel herrschen niedrigere Temperaturen, so dass dort keine Beschichtung in Form einer Wärmedämmschicht notwendig ist. Keramische Beschichtungen sind in diesem Bereich sogar unerwünscht, weil der Sockel genau in eine metallische Scheibe

15

eingepasst werden muss.

Maskierungen nach dem Stand der Technik, die eine Beschichtung verhindern sollen, lassen sich oft schlecht wieder entfernen, da eine gute Haftung des Materials der Maskierung mit dem Grundmaterial der Turbinenschaufel gegeben ist oder eine unerwünschte Diffusion von Elementen aus der Maskierungsschicht in das Grundmaterial der Turbinenschaufel erfolgt.

20

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Maskierungsschicht aufzuzeigen, die sich nach einer gewollten Beschichtung der Turbinenschaufel in den unerwünschten Bereichen wieder leicht entfernen lässt, ohne dass es zu einer Beeinflussung des Grundmaterials oder der Geometrie der Turbinenschaufel in dem maskierten Bereich kommt.

30

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Turbinenschaufel gemäß Anspruch 1. Dabei wird eine Keramik direkt auf das Grundmaterial der Turbinenschaufel aufgebracht.

35

Wärmedämmschichten, die auf eine Turbinenschaufel im Schaufelblattbereich aufgebracht werden, weisen in der Regel zwei-

schenliegende Schichten zwischen einem Substrat, d.h. dem Grundmaterial der Turbinenschaufel und der Wärmedämmschicht auf, wie z.B. sogenannte Haftmittlerschichten, beispielsweise metallisches MCrAlY, oder Diffusionsbarrieren.

- 5 Bei der Maskierung wird auf diese Zwischenschichten verzichtet um eine gute Anbindung der Maskierungsschicht zu verhindern. Die Maskierungsschicht ist insbesondere aus Keramik, weil sich die spröde Keramik durch einfache Verfahren, wie z.B. Sandstrahlen, Trockeneisstrahlen entfernen lässt. Das
- 10 Material für die Keramik wird so gewählt, dass keine oder kaum Diffusion aus der Keramik heraus in das Substrat stattfindet.
- 15 Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch eine Turbinenschaufel gemäß Anspruch 3 gelöst. Dabei reagiert die Maskierungsschicht mit dem Material des aufzubringenden Materials und lässt sich so leicht entfernen.
- 20 Weitere vorteilhafte Ausbildungen des erfindungsgemäßen Bauteils gemäß Anspruch 1 bzw. 3 sind in den Unteransprüchen 2 bzw. 4 bis 14 aufgelistet.

Es zeigen

- 25 Figur 1 eine Turbinenschaufel nach dem Stand der Technik,
- Figur 2 Verfahrensschritte zur Herstellung einer Beschichtung nach dem Stand der Technik,
- Figur 3 eine Maskierungsschicht einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel,
- 30 Figur 4 eine weitere Maskierungsschicht einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel,
- Figur 5,6 zeigen eine Maskierungsschicht, die mit Material aufzubringender Schichten reagiert, und
- Figur 7,8 wie sich die Maskierungsschicht nach einer Reaktion
- 35 wieder leicht entfernen lässt.

Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

5 Figur 1 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Turbinenschaufel 1, insbesondere eine Laufschaufel für eine Gasturbine, die sich entlang einer Längsachse 4 erstreckt. Die Turbinenschaufel 1 weist entlang der Längsachse 4 aufeinanderfolgend einen Befestigungsbereich 7, eine daran angrenzende Schaufel-
10 plattform 10 sowie einen Schaufelblattbereich 13 auf. Der Befestigungsbereich 7 ist als ein Schaufelfuß 16 ausgebildet, der zur Befestigung der Turbinenschaufel 1 an einer nicht näher dargestellten Welle einer ebenfalls nicht dargestellten Strömungsmaschine dient. Der Schaufelfuß 16 ist bei-
15 spielsweise als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen, beispielsweise als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

Bei herkömmlichen Turbinenschaufeln 1 werden in allen Bereichen der Turbinenschaufel massive metallische Werkstoffe,
20 insbesondere Nickel- oder Cobalt-basierte Superlegierungen verwendet. Die Turbinenschaufel kann hierbei durch ein Gussverfahren, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

25 Insbesondere der Befestigungsbereich 7 ist aus Metall, weil der passgenau in eine entsprechende Form einer Scheibe eingeklemmt wird. Spröde keramische Beschichtungen würden dabei abplatzen und die Geometrie im Befestigungsbereich verändern.

30 Der Schaufelblattbereich 13 ist beispielsweise mit einer Wärmedämmschicht beschichtet, wobei zwischen dem Grundmaterial der Turbinenschaufel 1 beispielsweise noch weitere Schichten, wie z.B. Haftvermittlerschichten (MCrAlY-Schichten) angeordnet
35 sein können.

Ein erfindungsgemäßes Bauteil in Form einer Turbinenschaufel 1 kann eine Leit- oder Laufschaufel einer beliebigen Turbine, insbesondere einer Dampf- oder Gasturbine, sein.

5

Figur 2 zeigt, was passiert, wenn die Oberfläche der Schaufel 1 keine Maskierungsschicht 25 (Fig. 3) aufweist. Das Material 22 einer Zwischenschicht 19 (MCrAlY), die beispielsweise durch Plasmaspritzen, durch PVD oder CVD oder Eintauchen in ein flüssiges Metall oder Aufbringen von Pulver in jeglicher Form auf eine Oberfläche der Turbinenschaufel 1 aufgebracht wurde und die Zwischenschicht 19 bildet, führt zu einer Reaktion des Materials 22 mit der Turbinenschaufel 1 und zu einer guten Haftung der Zwischenschicht 19 mit dem Grundmaterial der Turbinenschaufel 1.

Wenn die Zwischenschicht 19 wieder entfernt werden soll, weil sie beispielsweise im Befestigungsbereich 7 unerwünscht ist, so bereitet es daher große Probleme, weil sich die Geometrie des Befestigungsbereichs 7 durch teilweises Entfernen des Grundmaterials des Substrats 40 verändert.

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauteil in Form einer Turbinenschaufel 1 mit einer Maskierungsschicht 25. Auf die Turbinenschaufel 1 wird beispielsweise zuerst eine erste Funktionsschicht 28 aufgebracht. Dies ist beispielsweise eine nanometerdünne Polycarbosilanschicht, die bei 200°C an Luft vernetzt und eine gute Haftung zum Grundmaterial 40 der Turbinenschaufel 1 ermöglicht.

Auf die erste Funktionsschicht 28 wird beispielsweise eine Gradientenschicht 31 aufgebracht, wobei das Material für die Gradientenschicht 31 eine Mischung aus Polysiloxan und einer Metallkeramik und/oder Metall ist.

Die Gradientenschicht 31 kann beispielsweise in Form eines Schlickers mit Schichtdicken von 10 - 30 µm Dicke aufgebracht werden und ebenfalls bei etwa 200°C an Luft vernetzt werden. Als metallischer Füllstoff wird diesem Material der Gradienten-

tenschicht 31 ein weiteres Pulver, insbesondere der Zusammen-
setzung MCrAlY, wobei M für Fe, Co, Ni steht, beigelegt, weil
dieses aufgrund seines Ausdehnungskoeffizienten als Zwischen-
schicht (Haftvermittlerschicht) zwischen Grundmaterial 40 und
5 keramischer Wärmedämmschicht verwendet wird.

Auf die Gradientenschicht wird eine Reaktivschicht 34 aufge-
bracht, wobei diese beispielsweise aus einem reinen Koh-
lenstoffprecursor besteht. Die Vernetzung innerhalb der Reak-
10 tivschicht 34 erfolgt bei 180°C an Luft.

Die vernetzen Schichten 28, 31, 34 werden durch eine thermi-
sche Behandlung bei 1000°C in Argonatmosphäre in eine Keramik
umgewandelt, durch den sogenannten Pyrolyseprozess. Aufgrund
15 der Dichteänderung des metallorganischen Precursors wie z.B.
des Polysiloxans mit einer Dichte von 1 g/cm³ in eine Silici-
umoxycabidphase (SiOC) mit einer Dichte von ca. 2,3 g/cm³,
ist eine 10 - 30 µm dicke, dichte und rissfreie Beschichtung
nicht möglich. Deshalb werden dem Polymer metallische oder
20 keramische Füllstoffe beispielsweise mit einem Volumenanteil
von 30 - 50% zugesetzt, um die stattfindende Phasenumwandlung
des Polymers und die Rissbildung gezielt zu steuern und die
thermomechanischen Spannungen aufgrund unterschiedlicher
thermischer Ausdehnungskoeffizienten an der Grenzfläche zwi-
25 schen Metall (Turbinenschaufel 1) und Maskierungsschicht 25
zu minimieren oder zu eliminieren.

Die geforderte Temperaturbeständigkeit der Markierungsschicht
ist durch die thermische Phasentransformation des Polycarbo-
30 silans in die entsprechende hochtemperaturbeständige SiOC
bzw. Graphitphase gegeben.

Während des Beschichtungsprozesses wird ein Material 22 auf
den Schaufelblattbereich 13 der Turbinenschaufel 1 und auf
35 die Maskierungsschicht 25 aufgebracht. Das Material 22 rea-
giert mit der Reaktivschicht 34 zu einer Reaktionsschicht 43,
d.h. zu einem Material, das hochtemperaturbeständig ist, aber

beispielsweise in Wasser löslich ist, also leicht entfernbar ist.

5 Das Material 22 ist beispielsweise Aluminium, das auf die Turbinenschaufel 1 aufgebracht wird, um eine Aluminidschicht zu bilden. Eine solche Aluminidschicht kann durch Plasma-spritzen oder Verfahren, wie sie in dem EP-Patent 0 525 545 B1 und dem EP-Patent 0 861 919 B1 angegeben sind, aufgebracht werden.

10 Bei Aluminium reagiert der Kohlenstoff der Reaktivschicht 34 mit Aluminium zu Al_4C_3 . Wenn der Schaufelblattbereich 13 vollständig beschichtet ist, kann die gesamte Schaufel, insbesondere der Befestigungsbereich 7, in Wasser eingebracht werden, wodurch sich die mit dem Material 22 umgewandelte

15 wasserlösliche Reaktionsschicht 43 auflöst. Die unterliegenden Schichten 28, 31 lassen sich leicht durch Trockeneisstrahlen entfernen, so dass durch die Entferungsverfahren keine Geometrieänderung im Befestigungsbereich 7

20 erfolgt. Aluminium wird beispielsweise beim Refurbishment, d.h. u.a. beim Entfernen verbrauchter MCrAlY-Schichten, auf eine Turbinenschaufel 1 aufgebracht.

25 Statt des hier beispielsweise gezeigten dreischichtigen Aufbaus kann die Maskierungsschicht 25 auch eine Gradientenschicht sein, die einen graduellen Aufbau aufweist, d.h. auf dem Substrat 40 ist die Zusammensetzung so gewählt, dass eine gute Haftung ermöglicht ist, und an der äußeren Oberfläche

30 ist die Zusammensetzung so, dass diese mit dem Material 22 noch aufzubringender Schichten reagiert.

Figur 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Bauteil in Form einer Turbinenschaufel 1 mit einer Maskierungsschicht 25.

35 Auf die beispielsweise metallische Turbinenschaufel 1 wird direkt eine keramische Schicht 37 aufgebracht, die die Mas-

kierungsschicht 25 bildet. Dies kann beispielsweise eine Oxidkeramik, die dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Substrats angepasst ist, sein.

5 Zwischen der keramischen Schicht 37 und dem metallischen Substrat 40 der Turbinenschaufel 1 sind keine weiteren Schichten, insbesondere keine Haftvermittlerschichten vorhanden, so dass sich durch leichten Energieeintrag, wie z.B. Sandstrahlen oder Trockeneisstrahlen, die keramische Schicht 25, 37 entfernen lässt. Die dichte keramische Schicht 37 bildet auch
10 während eines Beschichtungsverfahrens der Turbinenschaufel 1 mit verschiedenen Schichten, wie z.B. Haftvermittlerschichten oder Wärmedämmschichten, eine Diffusionsbarriere.

15 Die Maskierungsschicht 25 kann auch erst mit dem Material 22 noch aufzubringender Schichten beispielsweise zu einer spröden Schicht 43, beispielsweise einer keramischen Schicht 37 reagieren. Die keramische Schicht 37 kann sich beispielsweise auch erst nach einer weiteren Wärmebehandlung ausbilden (Pyrolyse).

20 Solche spröden Schichten 43 lassen sich durch einfache Verfahren wie Thermoschockverfahren oder Sandstrahlen oder Trockeneisstrahlen, d.h. durch Energie einbringende, aber nicht abrasiv wirkende Strahlverfahren entfernen.

25 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Maskierungsschicht 25 mit dem Material 22 aufzubringender Schichten zu einer wasserlöslichen Schicht 43 reagiert.

30 Dabei können unter der obersten Schicht der Maskierungsschicht weitere Schichten vorhanden sein, d.h. die Maskierungsschicht 25 kann mehrschichtig aufgebaut sein.

Dabei gibt es die Möglichkeit, eine Anbindungsschicht direkt auf das Substrat 40 des beschichteten Bauteils aufzubringen und weiterhin eine Gradientenschicht aufzubringen, die eine
35 Anpassung an thermische Ausdehnungskoeffizienten ermöglicht, so dass die Maskierungsschicht 25 auch während der Maskierung

rissfrei bleibt, so dass kein Material auf das Substrat 40 des zu beschichtenden Bauteils gelangen kann.

- Figur 5 zeigt eine Turbinenschaufel 1 mit einem Substrat 40, auf dem eine Maskierungsschicht 25 aufgebracht ist. Das Material der Maskierungsschicht reagiert und diffundiert nicht bei den höheren Temperaturen des Beschichtungsverfahrens mit dem Material des Substrats 40.
- 10 Während des Beschichtungsverfahrens trifft Material 22 auf die Maskierungsschicht 25 auf und reagiert mit dieser. Die Reaktion kann auch in einer nachgelagerten Wärmebehandlung stattfinden, wenn die Reaktionstemperatur höher liegt als die Substrattemperatur während der Beschichtung. Die so gebildete
- 15 Reaktionsschicht 43 (Fig. 6) lässt sich nach dem Beschichtungsverfahren der Turbinenschaufel wieder leicht entfernen, weil sie beispielsweise spröde oder wasserlöslich ist. Das Material 22 trifft also auch auf die unmaskierten Bereiche des Substrats 40 der Turbinenschaufel 1 auf und bildet eine
- 20 gewünschte Beschichtung 55 (Fig. 6).

- Figur 7 zeigt ein Wasserbad 46, in dem eine Turbinenschaufel mit einer wasserlöslichen Schicht 43 eingebracht ist. Durch die Wasserlöslichkeit lässt sich die Schicht 43 leicht entfernen, so dass nach Herausnahme der Turbinenschaufel 1 aus dem Wasserbad ein unbeschichteter Teil und ein gewünschter beschichteter Teil 55 der Turbinenschaufel 1 vorhanden ist. Die Reaktionsschicht 43 kann auch durch Wasserstrahlen entfernt werden, wobei da noch ein kleiner Energieeintrag vorhanden ist.
- 25
- 30

- Ebenso kann die beispielsweise spröde Reaktionsschicht 43 durch einen Energieeintrag aus einer Bestrahlungsquelle 49 (Ultraschall, Trockeneisstrahler, Sandstrahler) abgetragen werden (Fig. 8).
- 35

Patentansprüche

1. Für eine teilweise Beschichtung vorgesehenes Bauteil,
insbesondere eine Turbinenschaufel,
5 das eine Maskierungsschicht auf Flächen des Bauteils aufweist, die nicht beschichtet werden sollen,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

10 die Maskierungsschicht (25) mit Material (22) auf das Bauteil (1) aufzubringender Schichten (19) reagiert und sich aufgrund der Reaktion zwischen diesem Material (22) und Material der Maskierungsschicht (25) wieder leicht entfernen lässt, und

15 dass die Maskierungsschicht (25) mit dem Material (22) auf das Bauteil (1) aufzubringender Schichten (19) eine wasserlösliche Schicht bildet.

20 2. Für eine teilweise Beschichtung vorgesehenes Bauteil, insbesondere eine Turbinenschaufel, das eine Maskierungsschicht auf Flächen des Bauteils aufweist, die nicht beschichtet werden sollen,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

30 die Maskierungsschicht (25) mit Material (22) auf das Bauteil (1) aufzubringender Schichten (19) reagiert und sich aufgrund der Reaktion zwischen diesem Material (22) und Material der Maskierungsschicht (25) wieder leicht entfernen lässt, und

35 dass die Maskierungsschicht (25) mit dem Material (22) auf das Bauteil (1) aufzubringender Schichten (19) eine keramische Schicht oder eine Vorstufe zu einer keramischen Schicht (43) bildet.

3. Für eine teilweise Beschichtung vorgesehenes Bauteil,
insbesondere eine Turbinenschaufel,
das eine Maskierungsschicht auf Flächen des Bauteils auf-
weist, die nicht beschichtet werden sollen,

5

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

10

die Maskierungsschicht (25) mit Material (22) auf das Bau-
teil (1) aufzubringender Schichten (19) reagiert und sich
aufgrund der Reaktion zwischen diesem Material (22) und
Material der Maskierungsschicht (25) wieder leicht entfer-
nen lässt, und

15

dass auf ein Grundmaterial (40) des Bauteils (1) eine
erste Funktionsschicht (28) als ein Teil der Maskierungs-
schicht (25) aufgebracht wird,

20

die eine gute Haftung zum Grundmaterial des Bauteils (1)
ermöglicht,
dass eine Gradientenschicht (31) auf die erste Funktions-
schicht (28) aufgebracht wird, die eine dichte und riss-
freie Beschichtung der Maskierungsschicht (25) ermöglicht,
und
dass auf die Gradientenschicht (31) eine Reaktivschicht
(34) aufgebracht wird.

25

4. Bauteil nach Anspruch 1 oder 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

30

die Maskierungsschicht (25) mit dem Material (22) auf das
Bauteil (1) aufzubringender Schichten (19) eine keramische
Schicht oder eine Vorstufe zu einer keramischen Schicht
(43) bildet.

35

11

5. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Maskierungsschicht (25) mit dem Material (22) auf das
Bauteil (1) aufzubringender Schichten (19) eine wasserlös-
liche Schicht bildet.

6. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

auf ein Grundmaterial (40) des Bauteils (1) eine erste
Funktionsschicht (28) als ein Teil der Maskierungsschicht
(25) aufgebracht wird, die eine gute Haftung zum Grundma-
terial des Bauteils (1) ermöglicht.

7. Bauteil nach Anspruch 3 oder 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Funktionsschicht (28) aus Carbosilan besteht.

8. Bauteil nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Gradientenschicht (31) auf die erste Funktionsschicht
(28) aufgebracht wird, die eine dichte und rissfreie Be-
schichtung der Maskierungsschicht (25) ermöglicht.

9. Bauteil nach Anspruch 3 oder 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Gradientenschicht (31) eine Mischung aus Polysiloxan,
Metall und/oder einer Metallkeramik ist.

PCT/EP 03/03283

12

10. Bauteil nach Anspruch 3, 8 oder 9,
bei der der Gradientenschicht (31) ein Füllstoff zugesetzt
ist, um thermomechanische Spannungen in der Maskierungs-
5 schicht (25) oder zwischen Maskierungsschicht (25) und
einem Substrat (40) des Bauteils (1) aufgrund unterschied-
licher thermischer Ausdehnungskoeffizienten zu verhindern.

10 11. Bauteil nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Maskierungsschicht (25) zumindest teilweise kohlen-
stoffhaltig ist, insbesondere an ihrer äußeren Oberfläche.

15

12. Bauteil nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Maskierungsschicht (25) eine Gradientenschicht ist.